



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# BEAD-air

Bureau enquêtes accidents défense air

Brétigny sur Orge, le 16 juillet 2008

## RAPPORT PUBLIC D'ENQUÊTE TECHNIQUE



© Marine nationale

### BEAD-air-M-2007-020-A

<b>Date de l'événement</b>	<b>10 octobre 2007</b>
<b>Lieu</b>	<b>BAN de Landivisiau (29)</b>
<b>Type d'appareil</b>	<b>Super-Étendard Modernisé</b>
<b>Immatriculation</b>	<b>n°2</b>
<b>Organisme</b>	<b>Marine Nationale</b>
<b>Unité</b>	<b>Flottille 11 F</b>

## **AVERTISSEMENT**

### **COMPOSITION DU RAPPORT**

Les faits, utiles à la compréhension de l'événement, sont exposés dans le premier chapitre du rapport. L'analyse des causes possibles de l'événement fait l'objet du deuxième chapitre. Le troisième chapitre tire les conclusions de cette analyse et présente les causes certaines ou possibles. Enfin, dans le dernier chapitre, des propositions en matière de prévention sont présentées.

### **UTILISATION DU RAPPORT**

L'objectif du rapport d'enquête technique est d'identifier les causes de l'événement et de formuler des recommandations de sécurité. En conséquence, l'utilisation exclusive de la deuxième partie de ce rapport et des suivantes à d'autres fins que celle de la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

---

### **CREDIT PHOTOS ET ILLUSTRATIONS**

Page 1 (couverture) : ©Marine nationale.

Pages 18, 19, 20, 30, 30, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 : ©Marine nationale.

Pages 57, 58 : ©CEAT.

## TABLE DES MATIERES

<i>Avertissement</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
<i>Glossaire</i>	5
<i>Synopsis</i>	6
<b>1 Renseignements de base</b>	<b>9</b>
1.1 Description du retour de vol et de l'événement	9
1.2 Localisation	10
1.3 Tués et blessés	10
1.4 Dommages à l'aéronef	10
1.5 Autres dommages	10
1.6 Renseignements sur le personnel	11
1.6.1 EMARM	11
1.6.2 Couple de patrons d'appareil parrain-filleul	12
1.6.2.1 Filleul	12
1.6.2.2 Parrain	12
1.7 Renseignements sur l'aéronef	13
1.7.1 Description générale du siège éjectable SEMMB type CM6	13
1.7.1.1 Séquence d'éjection	13
1.7.1.2 Chaîne de sécurité	14
1.7.2 Maintenance du siège éjectable CM6 n°13779	15
1.8 Conditions météorologiques	15
1.9 Constatations réalisées sur le parking de la flottille 11F après l'évènement	16
1.9.1 Situation des aéronefs	16
1.10 Constatations effectuées sur le SEM n°2	17
1.11 Premières constatations concernant le siège et ses composants	18
1.12 Renseignements médicaux et pathologiques	21
1.12.1 EMARM	21
1.13 Organisation des secours	21
1.14 Essais et recherches	22
1.14.1 Expertises du siège éjectable n°13779	22
1.15 Renseignements sur les organismes	22
1.15.1 Instructions siège	22
1.16 Renseignements supplémentaires	22
1.16.1 Précédentes éjections au sol recensées	22
1.17 Techniques spécifiques d'enquête	23
<b>2 Analyse</b>	<b>24</b>
2.1 Synthèse des résultats de l'expertise du siège n°13779	24
2.2 Analyse de l'action nécessaire pour extraire la gâchette du percuteur principal	24
2.3 Analyse de l'expérience des opérateurs	25
2.3.1 EMARM	25
2.3.2 Filleul	26
2.4 Analyse des scénarios possibles ayant conduit au départ du siège	26
2.4.1 Analyse des circonstances de l'accident	26
2.4.2 Identification des scénarios possibles	27
2.5 Complément d'analyse de certains scénarios	29
2.5.1 Erreur de positionnement de la sécurité du percuteur principal	29
2.5.2 Inversion de sécurités présente lorsque l'EMARM monte à bord	31
2.5.3 Intervention volontaire de l'EMARM sur la commande mise à feu	31
2.6 Analyse des facteurs de risque	32
2.6.1 Positionnement erroné de la sécurité percuteur principal, ou contrôle inefficace de la position de cette sécurité	32

2.6.1.1 Contexte du retour de vol de nuit	32
2.6.1.2 Absence de contrôle des opérations effectuées par un personnel en cours de formation	33
2.6.1.3 Absence de contrôle ou contrôle inefficace de la sécurisation effective du siège	33
2.6.2 Méconnaissance des conditions suffisantes de départ du siège éjectable CM6	34
<b>3 Conclusion</b>	<b>35</b>
3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement	35
3.2 Causes de l'événement	35
<b>4 Recommandations de sécurité</b>	<b>36</b>
4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement	37
4.1.1 Formation des personnels techniques	37
4.1.1.1 Instruction siège	37
4.1.1.2 Processus de formation « sur le tas » - parrainage	38
4.1.1.3 Retour d'expérience en cours MRM	39
4.1.2 Organisation des visites journalières	40
4.1.3 Conditions d'exécution des visites avions de nuit	41
4.1.4 Documentation de maintenance siège CM6	42
4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement	43
4.2.1 Enregistrements des vidéos parking	43
<b>Annexes</b>	<b>44</b>
<b>1 Résultats de l'expertise du siège éjectable CM6 n°13779</b>	<b>45</b>
1.1 Constatations effectuées sur le siège et ses composants tels que retrouvés au sol sur le parking de la 11F	45
1.1.1 Système de percussion principale	45
1.1.2 Commandes d'éjection	45
1.1.3 Chaîne de sécurité	46
1.1.4 Centrale de fragilisation verrière	49
1.1.5 Boîtier de tête	49
1.1.6 Mécanisme de déverrouillage retardé	50
1.1.7 Système à guillotine	51
1.1.8 Moteur fusée et initiateur	52
1.1.9 Pistolet extracteur	53
1.2 Constatations effectuées sur le canon et le percuteur principal, à l'atelier APES de la BAN Landivisiau	54
1.2.1 Percuteur principal n° 17	54
1.2.2 Contrôle de la gâchette de la percussion principale	55
1.2.3 Canon d'éjection	55
1.3 Résultats de l'expertise de la chaîne de sécurité effectuée par le CEAT	56
1.4 Conclusions de l'expertise du siège n°13779	58
1.4.1 Causes du départ du siège	58
1.4.2 Analyse de la position des sécurités au moment du départ du siège	59
1.4.3 Analyse de la séquence d'éjection	59
<b>2 Description générale du système de percussion principale</b>	<b>62</b>
2.1 Mécanisme de mise à feu	62
2.2 Percuteur principal	62

**GLOSSAIRE**

APES	Atelier parachutes équipements sauvetage
BAT	Brevet d'aptitude technique
CEAT	Centre d'essais aéronautiques de Toulouse
EMARM	Electromécanicien armement
MRM	<i>Maintenance resource management</i> gestion des ressources des professionnels de la maintenance aéronautique
SIT	Secteur d'instruction technique
VJ	Visite journalière

## **SYNOPSIS**

- Date de l'événement : mercredi 10 octobre 2007 vers 21h25<sup>1</sup> ;
- Lieu de l'événement : Base aéronavale (BAN) de Landivisiau (29) ;
- Organisme : Marine Nationale ;
- Commandement organique : Amiral commandant l'aviation navale (ALAVIA) ;
- Unité : Flottille 11 F ;
- Aéronef : Super-Étendard Modernisé (SEM) n°2.

### **Résumé de l'événement selon les premiers éléments recueillis**

Au retour de vol de nuit du SEM, le mécanicien armement monte à bord afin d'effectuer la visite journalière. Il est vu debout sur le siège face à l'arrière de l'appareil puis, quelques secondes après, le siège s'éjecte. Le mécanicien décède des suites de ses blessures le lendemain matin.

---

<sup>1</sup> Sauf précision contraire, les heures figurant dans ce rapport sont exprimées en heures locales.

### **Composition du groupe d'enquête technique**

- Un directeur d'enquête technique du Bureau enquêtes accidents défense air (BEAD-air) ;
- Un officier parachutiste d'essai du BEAD-air, enquêteur adjoint ;
- Un enquêteur de première information (EPI), officier ayant une expertise sur SEM ;
- Un officier marinier électromécanicien armement ayant une expertise sur le siège éjectable CM6 ;
- Un médecin du personnel navigant.

### **Organismes consultés**

- Une expertise de la chaîne de sécurité du siège éjectable a été réalisée par le Centre d'essais aéronautiques de Toulouse (CEAT) ;
- Le constructeur du siège éjectable a été consulté (Société d'Exploitation des Matériels Martin Baker, SEMMB) ;
- L'Institut de médecine aéronautique du service de santé des armées (IMASSA) a été consulté.

### **Déclenchement de l'enquête technique**

Le BEAD-air a été prévenu par téléphone le lendemain matin de l'accident, par le bureau sécurité des vols d'ALAVIA.

L'enquêteur de première information, travaillant sur la BAN, a débuté des investigations dès le soir de l'évènement.

Le directeur d'enquête technique et son adjoint ont rejoint Landivisiau dans l'après midi du lendemain de l'évènement.

### **Enquête judiciaire**

- Le Parquet de Rennes s'est saisi de l'affaire ;
- Un officier de police judiciaire de la brigade de gendarmerie maritime de la BAN de Landivisiau a été commis.

## **1 RENSEIGNEMENTS DE BASE**

### **1.1 Description du retour de vol et de l'événement**

Une patrouille de deux SEM (n°2 et n°39) se positionne sur l'aire de stationnement de la flottille 11F après un vol de nuit. Le SEM n°2 quitte la fréquence sol dans les cales à 21h05, le SEM n°39 fait de même environ quatre minutes après. Il s'agit du dernier vol de la soirée pour ces deux appareils<sup>2</sup>.

L'appareil n°2 est pris en charge à son arrivée au parking par un patron d'appareil formateur (parrain) et son filleul.

Un second couple de patrons d'appareil (parrain-filleul) poursuit la prise en charge de l'appareil alors que le pilote est toujours à bord, moteur coupé, verrière ouverte, échelle posée. Ce filleul monte à l'échelle afin de réaliser les opérations préalables à la sortie du pilote du cockpit, notamment la mise en place des sécurités du siège éjectable. Le filleul descend ensuite de l'échelle afin de permettre la sortie du pilote. Il remonte à l'échelle puis s'assied sur le siège afin de réaliser les opérations prévues en poste pilote dans le cadre de la visite journalière « porteur »<sup>3</sup>. Il en redescend afin de compléter les opérations prévues dans cette visite journalière sur les autres parties de l'appareil, en cours d'exécution par le parrain.

L'électromécanicien armement (EMARM) en charge de la visite journalière du siège monte à l'échelle puis est vu à bord debout sur le siège les deux mains sur l'arceau de la verrière. Quelques secondes après, vers 21h25, se produit l'éjection du siège.

Le siège retombe à proximité du parking, derrière le SEM n°2. Quatre personnels<sup>4</sup> subissent les retombées des débris de plexiglas de la verrière.

---

<sup>2</sup> Il s'agit du 4<sup>ème</sup> vol du SEM n°2 dans la journée.

<sup>3</sup> Trois spécialités interviennent dans le cadre de ces visites journalières : avionique, armement et « porteur » (structure et autres systèmes).

<sup>4</sup> Au moment de l'accident, un troisième couple parrain-filleul participe à la visite journalière de cet appareil. Au moment du départ du siège, ce filleul est debout sur la dorsale, face à son parrain situé derrière l'appareil.

L'EMARM, projeté en l'air, retombe sur l'avant de la voilure gauche puis à terre. Il est évacué vers le CHU<sup>5</sup> de La Cavale Blanche de Brest où il décède le lendemain dans la matinée.

## 1.2 Localisation

➤ Lieu :

⇒ pays : France ;

⇒ département : Finistère ;

⇒ commune : Landivisiau ;

➤ Moment : nuit.

## 1.3 Tués et blessés

Blessures	Membres d'équipage	Passagers	Autres personnes
Mortelles			1
Graves			
Légères / Aucunes			

## 1.4 Dommages à l'aéronef

Aéronef	Disparu	Détruit	Endommagé	Intègre
SEM n°2			X	

## 1.5 Autres dommages

Néant.

<sup>5</sup> CHU : centre hospitalier universitaire.

## 1.6 Renseignements sur le personnel

### 1.6.1 EMARM

- Age : 22 ans ;
- Sexe : masculin ;
- Unité d'affectation : Flottille 11F ;
  - ⇒ Affecté depuis le 26 janvier 2005 ;
  - ⇒ Fonction : technicien groupe de spécialité armement, depuis le 29 mai 2007 ;
- Qualification : Brevet d'aptitude technique (BAT) EMARM ;
- Formation de base :
  - ⇒ école de spécialisation : École de formation des sous-officiers de l'Armée de l'Air (EFSOAA) de Rochefort Saint-Agnant (17) ;
  - ⇒ année de sortie d'école : 2005 ;
- Formation en unité :
  - ⇒ Instruction siège CM6 au secteur d'instruction technique (SIT) en mars 2006 ;
  - ⇒ a débuté la formation MRM ;
  - ⇒ Cours dépanneur en ligne EMARM SEM suivi au cours des 3 semaines précédant l'évènement ;
- Postes occupés :
  - ⇒ Opérateur de piste depuis son affectation à la flottille ;
  - ⇒ Puis opérateur armement depuis mai 2007.

## ***1.6.2 Couple de patrons d'appareil parrain-filleul<sup>6</sup>***

### *1.6.2.1 Filleul*

- Age : 19 ans ;
- Unité d'affectation : Flottille 11F ;
  - ⇒ depuis le 23 juillet 2007 ;
  - ⇒ fonction dans l'unité : opérateur au groupe piste ;
  - ⇒ temps de présence à l'unité : 7 semaines ;
  - ⇒ parrainé depuis le 3 septembre ;
- Formation de base :
  - ⇒ qualification : Certificat d'aptitude technique (CAT) porteur ;
  - ⇒ école de spécialisation : EFSOAA ;
  - ⇒ année de sortie d'école : 2007 ;

### *1.6.2.2 Parrain*

- Age : 24 ans ;
- Unité d'affectation : Flottille 11F ;
  - ⇒ depuis le 21 juillet 2005 ;
  - ⇒ fonction dans l'unité : opérateur au groupe piste ;
- Formation de base :
  - ⇒ qualification : BAT mécanicien d'aéronautique ;
  - ⇒ école de spécialisation : EFSOAA ;
  - ⇒ année de sortie d'école : 2005 ;
- Formation en unité :
  - ⇒ a débuté la formation MRM.

---

<sup>6</sup> Il s'agit ici du deuxième couple parrain-filleul mentionné au § 1.1 Description du retour de vol et de l'événement. Ce filleul est monté en cabine afin de réaliser la pose des sécurités siège.

## 1.7 Renseignements sur l'aéronef

	Type	N° de série	Heures de vol totales	Heures de vol depuis	Heures de vol depuis
Cellule	SEM standard 4	2	4175.1	VEM <sup>7</sup> : 1144	V2N <sup>8</sup> : 326
siège éjectable	SEMMB CM6	13779	<i>cf § 1.7.2 Maintenance du siège éjectable</i>		

➤ Configuration avion ;

⇒ DTL 2 (nacelle Damoclès en point ventral et 2 réservoirs pendulaires) ;

⇒ armement : néant.

### 1.7.1 Description générale du siège éjectable SEMMB type CM6

Le système de percussion principale est décrit en *Annexe 2 p 62* .

#### 1.7.1.1 Séquence d'éjection

L'éjection peut être commandée par le pilote par traction d'une poignée haute ou d'une poignée basse dite de secours.

Le déroulement de la séquence d'éjection est automatique, par mise à feu de cartouches pyrotechniques et de fusées d'appoint.

Cette séquence est initialisée par la mise à feu de la cartouche principale du canon, provoquée par le déclenchement du percuteur principal.

Lors du départ du siège, la vitesse d'éjection de celui-ci est de 20 m/s et l'accélération maximale de 15 g.

Dès que le siège est soulevé, la verrière en plexiglass est fragilisée à l'aide de cordons pyrotechniques disposés sur son pourtour.

<sup>7</sup> VEM : visite d'entretien majeur.

<sup>8</sup> V2N : visite 2<sup>ème</sup> niveau.

### 1.7.1.2 Chaîne de sécurité

Six sécurités, reliées entre elles par des rubans, constituent la chaîne de sécurité. Elles sont mises en place au sol afin d'interdire le départ du siège et l'activation du système de fragilisation verrière. Elles sont listées ci-dessous dans l'ordre de pose à l'arrivée de l'avion au parking :

- goupille de la poignée haute de commande d'éjection (1) ;
- épingle du percuteur du canon d'éjection (2) ;
- épingle de la centrale à percussion du système de fragilisation verrière (3) ;
- goupille du pistolet extracteur<sup>9</sup> (4) ;
- épingle du percuteur d'initiateur de guillotine<sup>10</sup> (5) ;
- goupille de la poignée basse de commande d'éjection (6).

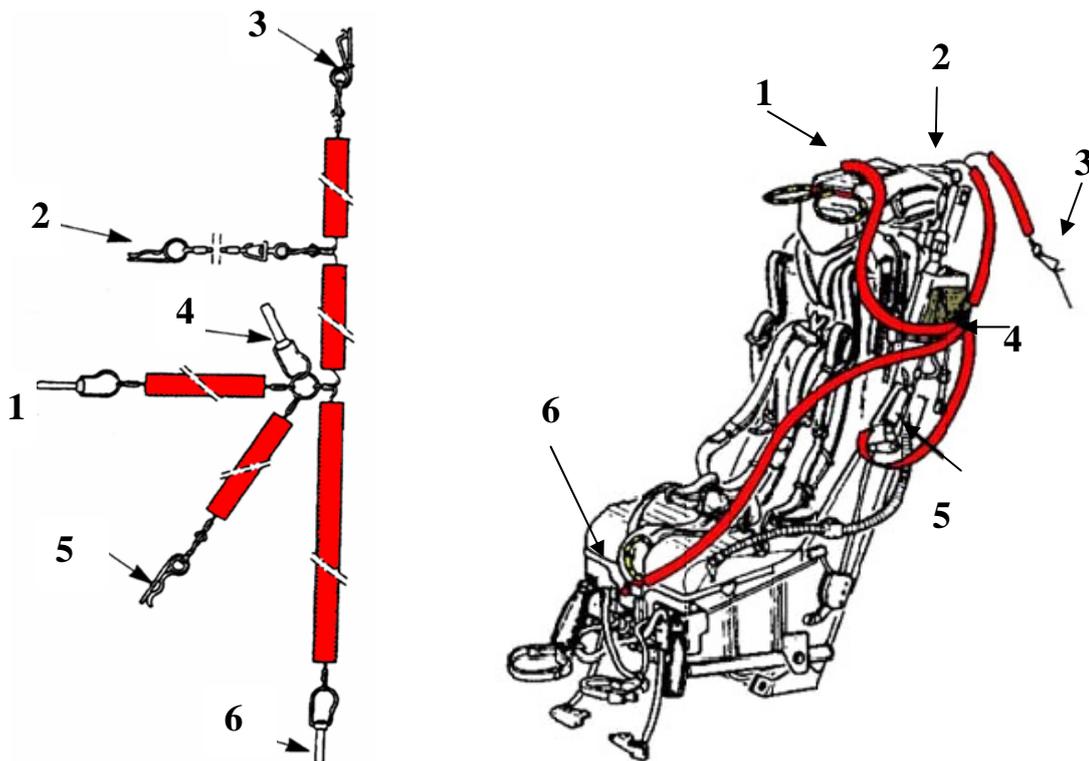


Figure 1 : Chaîne de sécurité et positionnement des sécurités sur le siège type CM6

<sup>9</sup> Le pistolet extracteur contient une cartouche pyrotechnique, dont la mise à feu permet l'extraction des parachutes duplex.

<sup>10</sup> L'initiateur guillotine contient une cartouche pyrotechnique qui est mise à feu lors de la séquence manuelle de séparation pilote-siège.

Si le système de percussion principale (percuteur principal et gâchette) et le canon sont conformes aux spécifications, la présence à poste de la sécurité sur ce percuteur interdit mécaniquement le retrait de la gâchette et donc l'éjection du siège.

### ***1.7.2 Maintenance du siège éjectable CM6 n°13779***

Ce siège a été déposé le 29 mai 2007 du SEM n°13 pour subir du 7 au 19 juin une visite d'entretien type E2N<sup>11</sup> à l'Atelier Parachutes Equipements Sauvetage (APES) de la BAN Landivisiau. Il a été posé sur le SEM n°2 le 20 juin 2007.

L'examen de la documentation de maintenance témoigne d'un entretien conforme au programme de maintenance en vigueur.

## **1.8 Conditions météorologiques**

Les relevés suivants ont été enregistrés le soir de l'évènement entre 21h00 et 21h30 par la station automatique de la BAN Landivisiau :

- vent : direction variable 10° à 40°, vitesse moyenne 6 kt ;
- pression atmosphérique 1014 à 1015 hPa ;
- température 14°, humidité 92%.

Les valeurs suivantes ont été relevées lors du tour d'horizon à 21h20 :

- visibilité horizontale : 8000 mètres ;
- nébulosité : couches éparses à 1200 et 2000 ft, plafond à 4000 ft ;
- pas de temps significatif<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> E2N : visite d'entretien 2<sup>ème</sup> niveau.

<sup>12</sup> Notamment, pas de précipitations, pas de brume ou de brouillard.

L'évènement s'est produit vers 21h25, en début d'une nuit « sans lune » :

- heure du coucher de lune : 19h03 ;
- heure de coucher du soleil : 19h37 ;
- niveau de nuit déterminé par les services de la BAN : niveau 3 à 21h00 puis 5 à partir de 21h40<sup>13</sup>.

## **1.9 Constatations réalisées sur le parking de la flottille 11F après l'évènement**

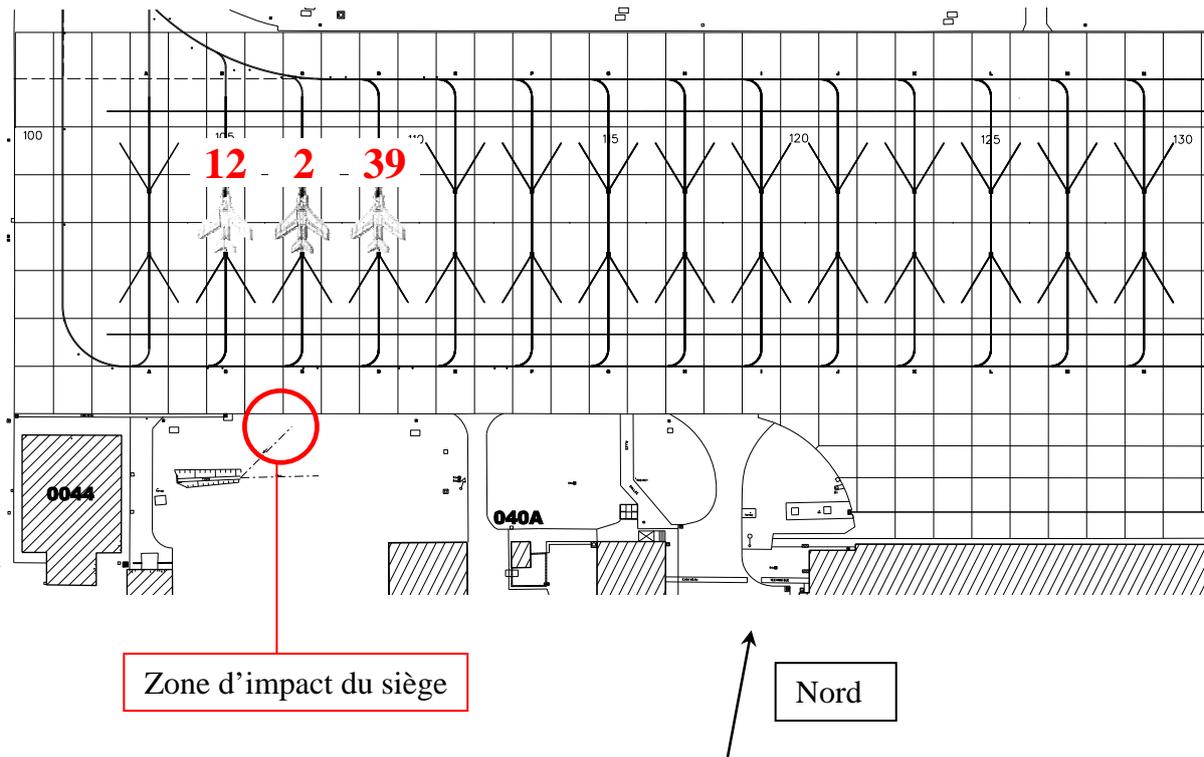
### ***1.9.1 Situation des aéronefs***

Le SEM n°2 est stationné sur la partie ouest du parking 11 F (spot C). Il est entouré à sa gauche par le SEM n°12, déjà campé. A sa droite se trouve l'autre appareil de la patrouille (SEM n°39), dont la visite journalière est également en cours lors du départ du siège.

Ces trois appareils font face au nord.

---

<sup>13</sup> Ces niveaux de nuit sont calculés à partir des éphémérides et ne tiennent pas compte des conditions météorologiques. Ils comprennent 5 niveaux ; le niveau 5 correspond à l'obscurité maximale (nombre de lux inférieur à 0,007).



*Figure 2 : Situation des appareils et positionnement de la zone d'impact du siège*

### 1.10 Constatations effectuées sur le SEM n°2

Les principales constatations sont les suivantes :

- verrière ouverte et fragilisée<sup>14</sup> ;
- tubes télescopiques du canon déployés ;

<sup>14</sup> Le dispositif de fragilisation de la verrière s'est déclenché ; de nombreux débris de plexiglas jonchent le sol.



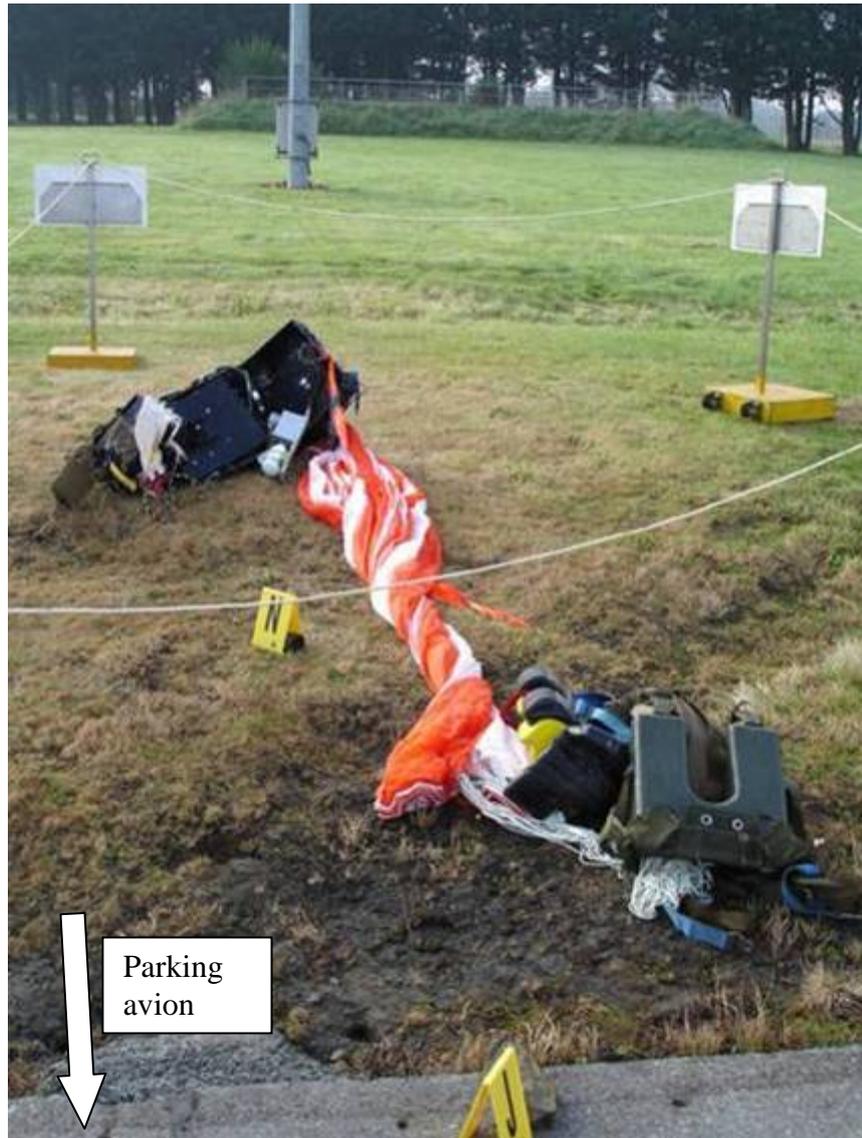
*Photo 1 : Vue du poste pilote du SEM n°2, le lendemain de l'accident*

- volets sortis ;
- anti-shimmy enclenché (clé non à poste), trappes de trains ouvertes ;
- verrou supérieur de la carène gauche déverrouillé, verrou inférieur verrouillé.

### **1.11 Premières constatations concernant le siège et ses composants**

Les principales constatations effectuées sur le parking sont présentées dans ce chapitre. L'ensemble des constatations effectuées lors de l'expertise du siège figure en *Annexe 1 p 45*.

Le siège est retombé une trentaine de mètres derrière la queue du SEM N°2, sensiblement dans l'axe longitudinal de celui-ci. Des traces d'érosion du revêtement en béton en limite du parking puis du sol terreux montrent qu'il a d'abord impacté le béton puis la partie gazonnée avant de se stabiliser sur celle-ci.



*Photo 2: Siège éjectable du SEM n°2 tel que retrouvé au sol*

Les éléments suivants ont été retrouvés au sol, entre l'appareil et le siège :

- La gâchette de la percussion principale ;
- La gâchette de l'initiateur guillotine ;



*Photo 3 : Gâchette percussion principale*



*Photo 4: Gâchette initiateur guillotine*

- les jarretières du système de rappel de jambes.

Concernant le siège :

- la poignée haute et le rideau masque sont sortis de leur logement ;
- la poignée basse est dans son logement, sa sécurité est à poste ;
- la chaîne de sécurité est retrouvée emmêlée dans la voile du parachute pilote :
  - ⇒ les 5 autres sécurités ne sont pas à poste ;
  - ⇒ la goupille de la poignée haute et l'épingle du système de fragilisation derrière sont rompues<sup>15</sup> ;
- la séquence d'éjection ne s'est pas déroulée de façon nominale, notamment :
  - ⇒ le moteur fusée ne s'est pas allumé ;
  - ⇒ le pistolet extracteur ne s'est pas déclenché ;
- le paquetage de survie s'est séparé du siège, il est relié au parachute pilote qui a commencé à se délover.

---

<sup>15</sup> Elles sont toutes deux rompues en deux morceaux ; les 2 parties manquantes ont été retrouvées sur le parking.

## 1.12 Renseignements médicaux et pathologiques

### 1.12.1 EMARM

- Dernier examen médical :
  - ⇒ type : visite annuelle ;
  - ⇒ date : 20 septembre 2007 ;
  - ⇒ résultat : apte à servir et à faire campagne en tous lieux et sans restrictions ;
  - ⇒ port d'une correction optique « vision de loin ».
- Examens biologiques : des prélèvements à visée toxicologique ont été effectués lors de l'autopsie médico-légale ; leurs analyses se sont révélées négatives ;
- Blessures : polytraumatisme, dont un traumatisme crânien et facial grave ;
- L'EMARM décède à l'hôpital le lendemain de l'accident, en fin de matinée.

## 1.13 Organisation des secours

L'alerte est transmise par les témoins directs de l'accident vers le bureau de piste, où deux détonations ont été entendues. Un appel sur le « 18 », signalant une éjection d'un siège sur le parking 11 F, est effectué vers 21h27 depuis ce bureau.

Les marins pompiers de la BAN (SSIS<sup>16</sup>) arrivent sur les lieux vers 21h28 et prennent en charge la victime, inconsciente depuis sa chute. Un éclairage de la zone est demandé vers 21h30, il sera disponible vers 21h35. Le renfort du COS<sup>17</sup>, du SAMU<sup>18</sup> 29, ainsi que du médecin d'astreinte est demandé par le personnel SSIS à 21h30. La victime subissant un arrêt cardio-respiratoire vers 21h33, les personnels SSIS mettent en œuvre une réanimation. L'infirmier de permanence arrive sur les lieux vers 21h40. Le SAMU 29 arrive sur les lieux vers 21h55 et médicalise la victime. Le médecin adjoint de la BAN et le médecin de permanence arrivent sur les lieux vers 22h15. Vers 22h58, l'ambulance médicalisée de la BAN transporte la victime vers le CHU de la Cavale Blanche à Brest où elle est prise en charge vers 23h45.

---

<sup>16</sup> SSIS : section sécurité incendie et sauvetage.

<sup>17</sup> COS : commandant des opérations de secours ; fonction exercée par l'officier de permanence.

<sup>18</sup> SAMU : service d'aide médicale d'urgence.

## **1.14 Essais et recherches**

### ***1.14.1 Expertises du siège éjectable n°13779***

Une expertise du siège a été réalisée à l'atelier APES de la BAN de Landivisiau. Une expertise de la chaîne de sécurité a été réalisée par le CEAT.

Les principaux résultats et les conclusions de ces expertises figurent en *Annexe 1 p 45*.

## **1.15 Renseignements sur les organismes**

### ***1.15.1 Instructions siège***

Le cours « opérateurs en ligne » (à l'attention des personnels de piste) comprend :

- une semaine de cours théoriques au SIT ; un cours de 2 heures est consacré au siège éjectable et à sa sécurisation, comprenant des travaux pratiques ;
- 4 jours d'instruction pratique en flottille.

Les opérateurs «armement» suivent un cours d'une semaine, théorique et pratique, sur le siège (« *SIT siège* »), durant lequel sont enseignées les opérations de pose-dépose du siège ainsi que les visites journalières et hebdomadaires du siège.

## **1.16 Renseignements supplémentaires**

### ***1.16.1 Précédentes éjections au sol recensées<sup>19</sup>***

En juin 1990, un armurier est gravement blessé par l'éjection du siège type MK4 d'un Mirage F1C, lors d'une opération de maintenance (désarmement du mécanisme de percussion principal, dans le cadre de la dépose du siège) dans un hangar de la base aérienne d'Orange :

- le scénario le plus probable émis par la commission d'enquête est un retrait volontaire de la sécurité du percuteur principal, suivi d'une pression sur l'étrier dont les circonstances n'ont pu être objectivement déterminées ;

---

<sup>19</sup> Seules les éjections involontaires alors que l'appareil est stationné sont recensées, au sein de la marine nationale et de l'armée de l'air.

- la commission a émis des recommandations dans les domaines du matériel d'environnement, de la qualification et de la formation professionnelle, et de la surveillance par l'encadrement de l'adaptation du poste et des conditions de travail.

En septembre 1993, en début d'après-midi, un EMARM décède lors de l'éjection du siège d'un SEM stationné sur le parking de la flottille 17F de la BAN de Landivisiau, lors de la visite journalière « armement » :

- Le scénario retenu par la commission d'enquête est un retrait volontaire de la sécurité du percuteur principal, suivi d'une pression sur l'étrier, l'opérateur voulant probablement intervenir au niveau de la commande de mise à feu, pour une raison qui n'a pu être déterminée ;
- la commission a émis des recommandations dans les domaines de la formation des nouveaux embarqués (dont l'établissement de fiches individuelles de formation), de l'organisation des visites journalières et de la documentation technique.

En avril 2000, un mécanicien de piste est décédé et un pilote gravement blessé par l'éjection du siège type MK4 d'un Mirage F1C, lors de l'opération de sécurisation du siège à l'arrivée de l'appareil sur le parking de la base de Solenzara :

- le scénario le plus probable émis par la commission d'enquête est une pression sur l'étrier par le mécanicien, alors que la sécurité n'était pas encore en place, ceci entraînant l'extraction de la gâchette ;
- la commission a émis des recommandations dans les domaines de l'harmonisation des procédures de sécurisation des sièges dans les manuels pilote et mécanicien, de la gestuelle de pose des sécurités par les mécaniciens, de la formation et de l'instruction des mécaniciens (dont la création du livret de compétences).

### **1.17 Techniques spécifiques d'enquête**

Néant.

## **2 ANALYSE**

L'analyse de cet accident comporte cinq parties :

- synthèse des résultats de l'expertise du siège éjectable ;
- analyse des actions nécessaires pour extraire la gâchette du percuteur principal ;
- analyse de l'expérience des opérateurs ;
- analyse des scénarios possibles ayant conduit au départ du siège ;
- analyse des causes et des facteurs contributifs possibles de l'accident.

### **2.1 Synthèse des résultats de l'expertise du siège n°13779**

**Aucune anomalie de montage et aucun dysfonctionnement du système de percussion principale n'ont été constatés.**

**Le départ du siège :**

- ❖ **a été rendu possible par l'absence à poste de sécurité sur le percuteur principal au moment du départ du siège ;**
- ❖ **n'a pas été provoqué par une action sur les poignées d'éjection ;**
- ❖ **n'a pu être provoqué que par une action sur le mécanisme de percussion principale, au niveau de la tête du siège, provoquant le retrait de la gâchette du percuteur.**

Les principales constatations effectuées lors de l'expertise et l'ensemble des conclusions figurent en *Annexe 1 p 45*.

### **2.2 Analyse de l'action nécessaire pour extraire la gâchette du percuteur principal**

L'extraction de cette gâchette est mécaniquement impossible si une épingle de sécurité est en place. Cette analyse suppose donc qu'aucune sécurité n'est à poste.

Le fonctionnement du mécanisme de mise à feu du percuteur principal est décrit en *Annexe 2 p 62*.

Il ressort des caractéristiques de ce système :

- qu'une action manuelle sur la face arrière de la gâchette, de l'arrière vers l'avant de l'appareil, permet de déplacer la gâchette mais sans pouvoir l'extraire du percuteur ;
- que cette même action effectuée à l'aide d'un outil type tournevis est possible mais délicate ; cette hypothèse est cependant rejetée étant donné les résultats des investigations concernant les outils détenus par l'EMARM<sup>20</sup> ;
- que les actions pouvant provoquer l'extraction de la gâchette se situent au niveau du bras de levier que constitue le cliquet (préhension directe du cliquet avec les doigts ou appui avec la paume de la main en exerçant une force d'arrière vers l'avant, ou avec une composante verticale).

**L'action sur le mécanisme de percussion principale a été manuelle, sans utilisation d'un outil, et probablement exercée au niveau du bras de levier constitué par le cliquet.**

## 2.3 Analyse de l'expérience des opérateurs

### 2.3.1 EMARM

L'EMARM a travaillé au total un peu plus de 2 ans en piste. Il a suivi la formation « SIT siège » 7 mois avant l'accident. Il est affecté depuis environ 4 mois à l'armement, il apparaît qu'il effectue seul les VJ<sup>21</sup> armement depuis fin juillet<sup>22</sup>. Il a suivi le cours de dépanneur en ligne armement dans les 3 semaines précédant l'évènement.

**L'EMARM est expérimenté en ce qui concerne la connaissance du siège et de sa sécurisation ; il a une expérience limitée en ce qui concerne l'exécution de la VJ armement.**

<sup>20</sup> Les bâtons lumineux et la trousse de pont de l'EMARM ont été retrouvés suspendus sur l'échelle d'accès en cabine. Un tournevis a été trouvé dans ses vêtements. Aucun outil n'a été retrouvé dans le poste pilote et sur le parking.

<sup>21</sup> VJ : visite journalière.

<sup>22</sup> Son livret de formation fait état de deux visites validées par un formateur, les 10 mars 2006 et 8 juin 2007. D'après ce livret, il était encore en formation à la date de l'accident.

### 2.3.2 Filleul

Son parrainage a débuté le 3 septembre 2007 soit 5 semaines ½ avant l'accident.

Son livret de formation fait état de deux visites journalières validées par un formateur, les 6 et 9 septembre 2007.

D'après son témoignage :

- il a posé les sécurités pour la première fois environ 3 semaines avant l'accident ;
- il aurait effectué cette opération de nuit une fois auparavant ;
- le jour de l'accident, il effectue pour la première fois la totalité de la VJ au poste pilote.

Il n'a pas suivi le cours d'opérateur en ligne, durant lequel sont présentés les dangers liés au travail en piste, notamment ceux concernant le siège éjectable.

**Le patron d'appareil en formation est de ce fait novice en ce qui concerne la sécurisation du siège, notamment de nuit.**

## 2.4 Analyse des scénarios possibles ayant conduit au départ du siège

### 2.4.1 Analyse des circonstances de l'accident

Cette analyse repose sur les témoignages recueillis et sur une reconstitution des faits qui a eu lieu le 12 novembre 2007.

Les éléments suivants ont pu être établis :

- Concernant l'intervention du filleul :
  - ⇒ Ni lui, ni le pilote, ne rapportent de difficulté lors de la pose des sécurités ;
  - ⇒ L'EMARM est arrivé à l'avion quelques instants avant que le filleul n'en descende ; aucune discussion n'a eu lieu entre eux concernant la mise en sécurité du siège<sup>23</sup> ;

---

<sup>23</sup> Un court échange a eu lieu entre le parrain, le filleul et l'EMARM avant que celui-ci monte à bord, concernant un « bouton tournant dans le vide sur le poste commandement radar ».

- ⇒ Le parrain, ayant estimé que son filleul était apte à effectuer la sécurisation du siège sans contrôle<sup>24</sup>, n'est pas monté à l'échelle pour vérifier la position des sécurités ;
- ⇒ Il n'a pas été possible lors de l'enquête technique de déterminer objectivement la configuration de la sécurité du percuteur principal lorsque l'EMARM monte dans le cockpit ;
- concernant le mécanicien EMARM :
  - ⇒ aucune conversation n'a eu lieu entre le mécanicien EMARM et les mécaniciens intervenant sur l'appareil à partir du moment où il est monté dans le cockpit ;
  - ⇒ le temps écoulé entre cette montée dans le cockpit et le départ du siège a été estimé à moins de 30 secondes ;
  - ⇒ l'EMARM semble avoir débuté la visite journalière « armement » du cockpit par le contrôle des constituants situés sur le cadre arrière de la cabine et de la verrière<sup>25</sup> ;
  - ⇒ les autres actions faites par l'EMARM dans le cockpit n'ont pu être déterminées ;
  - ⇒ aucun témoin n'a vu la position de l'EMARM à l'instant du départ du siège. Cependant, il est vu par plusieurs témoins debout sur le siège, face à l'arrière de l'appareil, très peu de temps avant l'éjection. Cette position est cohérente d'une part avec l'occurrence d'une action sur le mécanisme de percussion principale et d'autre part avec les blessures constatées subies au niveau de la tête. Il est donc probable que l'EMARM est debout sur le siège face à l'arrière de l'appareil au moment du départ du siège.

#### ***2.4.2 Identification des scénarios possibles***

Il ressort de l'analyse des circonstances de cet accident que le scénario exhaustif ne peut être déterminé.

---

<sup>24</sup> D'après les témoignages, cette opération n'était plus contrôlée par le parrain depuis environ une semaine.

<sup>25</sup> Cet item est le dernier de la liste d'opérations. Les premiers items concernent le contrôle des systèmes situés sur le haut du siège, y compris le mécanisme de percussion principale.

Deux types de scénarios ont été identifiés :

- Type 1 : l'action sur le mécanisme se produit lorsque l'EMARM intervient sur celui-ci :
  - ⇒ 1.1 : la sécurité du percuteur principal n'est pas à poste lorsque l'EMARM pénètre dans la cabine<sup>26</sup> ; l'EMARM s'aperçoit de cette anomalie une fois sur le siège, après la vérification de la verrière, lors des vérifications des organes situés sur la tête de siège ; il effectue une action sur le mécanisme lors de manipulations visant à configurer correctement la sécurisation (action sur le mécanisme en tentant d'enlever la sécurité du percuteur d'une position erronée, ou après avoir enlevé du percuteur une sécurité inadéquate) ;
  - ⇒ 1.2 : le siège est correctement sécurisé et l'EMARM veut intervenir sur la commande de mise à feu (*cf § 2.5.3 Intervention volontaire de l'EMARM sur la commande de mise à feu*) ; il enlève la sécurité percuteur principal puis effectue une action sur le mécanisme lors de cette intervention ;
  - ⇒ 1.3 : le siège est correctement sécurisé et l'EMARM enlève involontairement<sup>27</sup> la sécurité percuteur principal ; il s'en aperçoit, puis effectue une action sur le mécanisme lors de la pose de la sécurité ;
- Type 2 : l'action sur le mécanisme se produit sans que l'EMARM ne veuille intervenir sur celui-ci :
  - ⇒ 2.1 : aucune sécurité n'est à poste sur le percuteur ; l'EMARM ne s'aperçoit pas de cette absence ; il effectue une action sur la commande de mise à feu lors du contrôle de ce système<sup>28</sup>, ou lors d'une autre opération dans le cadre de l'exécution de la VJ<sup>29</sup> ;

---

<sup>26</sup> Il est improbable qu'il n'y ait alors aucune sécurité dans la zone concernée : soit la sécurité du percuteur principal est mal positionnée (*cf § 2.5.1 Erreur de positionnement de la sécurité du percuteur principal*), soit il y a inversion de sécurités (*cf § 2.5.2 Inversion de sécurités présentes lorsque l'EMARM monte à bord*).

<sup>27</sup> Par conception, le retrait des sécurités ne nécessite pas de manipulations et d'effort important. Une traction de 2 daN sur le ruban ou sur la tête de l'épingle de sécurité du percuteur principal, exercée perpendiculairement à la gâchette, suffit à l'extraire de son logement.

<sup>28</sup> Cette VJ « armement » du cockpit comprend des opérations de contrôle visuel de la configuration du mécanisme de percussion principale. Aucune manipulation de ce mécanisme n'est prévue. Les témoignages recueillis montrent que les opérateurs, même s'ils indiquent ne pas exercer d'effort sur les composants, recherchent en fait des informations tactiles lors de ces contrôles.

<sup>29</sup> Dans cette hypothèse, l'EMARM prendrait appui sur le mécanisme lors de l'exécution de la VJ, notamment lors du contrôle d'organes situés derrière le siège, comme par exemple la centrale à percussion de la fragilisation verrière.

⇒ 2.2 : aucune sécurité n'est à poste sur le percuteur ; l'EMARM ne s'aperçoit pas de cette absence<sup>30</sup> ; il perd l'équilibre et, dans une action réflexe, il actionne la commande de mise à feu<sup>31</sup>.

**Les circonstances de l'absence à poste de la sécurité percuteur principal lors de l'action sur le mécanisme ayant provoqué le départ du siège, n'ont pu être déterminées.**

## 2.5 Complément d'analyse de certains scénarios

### 2.5.1 Erreur de positionnement de la sécurité du percuteur principal

La gâchette du percuteur principal ne comporte pas d'autre orifice que celui dans lequel doit être insérée l'épingle. Cependant, le mécanisme comporte, à proximité immédiate de la gâchette, une multitude d'endroits où l'épingle peut être insérée. Les photos ci-dessous en présentent certains.

De la peinture orangée est appliquée, sur le pontet notamment, et désigne ainsi la zone concernée par la sécurisation. L'orifice de la gâchette n'est en revanche pas identifié.

---

<sup>30</sup> Cependant, l'hypothèse où l'EMARM ôterait la sécurité et actionnerait le mécanisme en perdant l'équilibre ne peut être écartée.

<sup>31</sup> L'exiguïté du cockpit rend improbable une perte d'équilibre vers l'avant de l'appareil, à même d'expliquer une action d'arrière vers l'avant sur la commande. Cette hypothèse ne peut cependant pas être écartée. Une perte d'équilibre sur le côté est également possible.



*Photo 5 : Positionnement correct de l'épingle du percuteur principal*



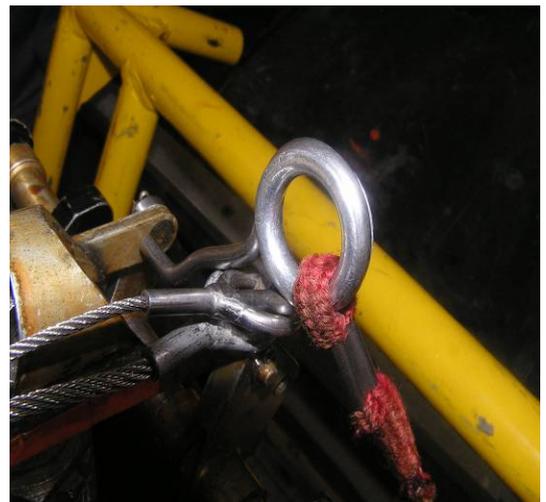
*dans le pontet*



*dans le cliquet*



*autour des câbles*



*dans un anneau*

*Photo 6 : Positionnements incorrects de l'épingle du percuteur principal*

### ***2.5.2 Inversion de sécurités présente lorsque l'EMARM monte à bord***

L'expertise du siège a permis de statuer qu'au moment du départ du siège :

- les sécurités poignées haute et basse, centrale de fragilisation verrière et pistolet extracteur sont à leurs postes respectifs ;
- aucune sécurité n'est en place sur le percuteur principal ;
- peuvent se trouver dans le logement de la sécurité de l'initiateur de guillotine :
  - ⇒ soit aucune sécurité ;
  - ⇒ soit la sécurité de l'initiateur guillotine ;
  - ⇒ soit la sécurité du percuteur principal.

Le temps écoulé entre la montée de l'EMARM dans le cockpit et le départ du siège a été estimé à moins de 30 secondes. Il a été vu les deux mains sur l'arceau de verrière, vraisemblablement en cours de vérification de la verrière. Il est donc peu probable qu'il ait eu le temps d'intervenir sur plusieurs sécurités. La configuration des sécurités lors de sa montée dans le cockpit est donc vraisemblablement peu éloignée de celle présente au moment du départ du siège.

En conséquence, parmi les hypothèses reliées à ce scénario, il peut être cité celle où l'EMARM aurait détecté une inversion des épingles de sécurité percuteur principal et initiateur guillotine.

### ***2.5.3 Intervention volontaire de l'EMARM sur la commande mise à feu***

Les premiers items de la visite journalière du siège concernent le contrôle visuel des systèmes situés sur le haut du siège et notamment du mécanisme de mise à feu du percuteur principal.

Ce siège a été avionné sur le SEM n°2 en juin 2007 et cet appareil a effectué depuis 63,5 heures en 67 vols. Aucune modification de la configuration du système de mise à feu n'a été réalisée depuis. De multiples poses et déposes des sécurités et de multiples VJ ont été effectuées par des opérateurs différents durant 4 mois. Une anomalie de montage ne peut être objectivement écartée mais est improbable.

Si un opérateur armement détecte une anomalie susceptible de nécessiter une intervention non prévue par la VJ, il est prévu qu'il en rende compte au chef d'équipe de cette spécialité qui décide alors de la marche à suivre.

## **2.6 Analyse des facteurs de risque**

Le scénario complet de l'accident n'ayant pas pu être déterminé, ce chapitre analyse les facteurs de risque présents pour l'ensemble des scénarios possibles :

- positionnement erroné de la sécurité percuteur principal, ou contrôle inefficace de la position de cette sécurité ;
- méconnaissance des conditions suffisantes de départ du siège.

### ***2.6.1 Positionnement erroné de la sécurité percuteur principal, ou contrôle inefficace de la position de cette sécurité***

#### *2.6.1.1 Contexte du retour de vol de nuit*

Le parking concerné est équipé côté sud de pylônes d'éclairage munis de 4 lampes blanches et 2 lampes rouges. Lors des séances de vol de nuit, seules les lampes rouges sont allumées. Le soir de l'accident, les lampes rouges du pylône éclairant la zone de stationnement concernée étaient hors service<sup>32</sup>.

Les mécaniciens de piste utilisent des lampes frontales pouvant émettre à la demande en lumière rouge ou blanche. Lors des interventions pilote à bord, la lumière rouge est utilisée afin de ne pas l'éblouir, puis la lumière blanche est ensuite sélectionnée. D'après les témoignages, ce procédé a été utilisé par l'ensemble des intervenants le soir de l'accident.

Le soir de l'accident, la luminosité naturelle était faible (nuit « sans lune »).

Lors de la pose de la sécurité percuteur principal, ou du contrôle de sa mise en place, le mécanicien est debout sur l'échelle, penché sur sa droite, et doit localiser l'orifice à travers la verrière<sup>33</sup>. Réalisée de jour ou de nuit, cette opération routinière, sans être complexe, est délicate et requiert un niveau de concentration certain.

---

<sup>32</sup> Ces lampes étaient hors service depuis plusieurs mois.

<sup>33</sup> Le soir de l'accident, d'après les témoignages, la verrière n'est pas rendue opaque par de la buée.

De plus, les témoignages recueillis montrent que des reflets produits par l'éclairage portatif se produisent sur la verrière et peuvent gêner l'opérateur<sup>34</sup>.

De nuit, les conditions d'éclairage dégradées constituent un facteur de risque d'erreur de positionnement, et également d'erreur de localisation de la sécurité lors du contrôle de la sécurisation du siège.

Le contexte d'un retour de vol de nuit a donc pu participer à l'évènement.

#### *2.6.1.2 Absence de contrôle des opérations effectuées par un personnel en cours de formation*

Depuis son arrivée dans la flottille 11F, un peu plus de 2 mois avant l'accident, le filleul ayant effectué la sécurisation du siège est en formation « sur le tas », sous l'encadrement d'un parrain.

Il apparaît que l'opération de sécurisation du siège, et l'ensemble de celles prévues dans la visite journalière du cockpit réalisées par ce filleul le soir de l'accident, n'ont pas été contrôlées par le parrain, celui-ci l'estimant apte depuis fin septembre à les réaliser sans contrôle.

Or, il apparaît également que ce filleul a réalisé très peu de sécurisations de sièges dans les conditions de celle du soir de l'accident. De ce fait, l'absence de contrôle par le formateur constitue un facteur de risque de positionnement erroné de la sécurité.

#### *2.6.1.3 Absence de contrôle ou contrôle inefficace de la sécurisation effective du siège*

Dans l'hypothèse où la sécurité du percuteur principal n'est pas à poste lorsque l'EMARM s'installe à bord, trois contrôles supplémentaires<sup>35</sup> de la présence de cette sécurité ont été soit omis soit inefficaces.

Le temps de présence de l'EMARM en haut de l'échelle, avant d'entrer dans le poste pilote, vraisemblablement de l'ordre de 5 à 15 secondes, semble peu compatible avec un

---

<sup>34</sup> L'influence du port de lunettes de vue lors d'une telle situation (éclairage artificiel + vision à travers la verrière) sur la génération d'erreurs n'est pas connue.

<sup>35</sup> Soit en plus de celui du formateur, deux contrôles par le patron d'appareil (après la pose des sécurités puis lors de la deuxième montée à l'échelle), un par l'EMARM avant son installation à bord.

contrôle complet et attentif de toutes les sécurités effectué de nuit<sup>36</sup>, malgré son expérience concernant cette opération. Il est possible qu'un contexte de fin de service ait contribué à l'exécution rapide de ces vérifications.

L'analyse de l'emploi du temps de l'EMARM<sup>37</sup> et les témoignages recueillis auprès de ses collègues de travail n'ont pas mis en évidence qu'il était fatigué.

Le contrôle de la sécurisation des sièges doit être réalisé avant toute installation à bord, soit plusieurs fois par jour pour la plupart des intervenants en piste. Un risque d'omission du contrôle, ou d'une concentration moindre des opérateurs lors du contrôle, est associé à cette opération de type « routine ». Cela a pu contribuer à l'accident.

### ***2.6.2 Méconnaissance des conditions suffisantes de départ du siège éjectable CM6***

Il est apparu lors de l'enquête que le fait que le siège éjectable CM6<sup>38</sup> puisse être mis à feu sans action sur les poignées, en l'absence de la seule sécurité du percuteur principal, est méconnu de certains personnels de piste.

Il s'agit d'une configuration du siège et d'une « mise en œuvre » anormales et, à ce titre, elles ne font pas l'objet d'un enseignement obligatoire.

Cette méconnaissance du risque lié au matériel a pu contribuer à l'accident.

---

<sup>36</sup> La durée de ce contrôle, fonction de l'expérience de l'opérateur, semble toutefois ne pas devoir être inférieure à une minute.

<sup>37</sup> Il est de quart de nuit depuis l'avant-veille de l'accident.

<sup>38</sup> Le principe est le même sur le siège type MK4 (Alpha Jet). En revanche, sur les sièges type MK8 (Tucano), MK10 (Mirage F1 CT/CR et 2000) et MK16 (Rafale), il n'est pas possible d'accéder au système de mise à feu, lors d'une opération de type visite journalière, et de déclencher ainsi le siège autrement que par action sur la poignée.

### **3 CONCLUSION**

#### **3.1 Éléments établis utiles à la compréhension de l'événement**

- En retour de vol de nuit, vers 21h05, le SEM n°2 stationne sur la partie ouest du parking de la flottille 11F ;
- Un patron d'appareil en formation monte à l'échelle pour sécuriser le siège, puis, une fois le pilote descendu, s'installe à bord pour effectuer la visite journalière en cabine ;
- Une fois celui-ci descendu, un EMARM monte à bord pour effectuer la visite journalière « armement » en cabine ; moins de trente secondes après, le siège s'éjecte, vers 21h25 ; l'EMARM décède le lendemain matin à l'hôpital de Brest ;
- L'expertise des composants du siège éjectable n'a révélé aucune anomalie de montage et aucun dysfonctionnement de ses systèmes.

#### **3.2 Causes de l'événement**

L'éjection du siège est due à une action de l'EMARM sur le mécanisme de mise à feu de la percussion principale, rendue possible par l'absence à cet instant de la sécurité sur la gâchette du percuteur principal.

L'enquête n'a pas pu déterminer les circonstances de l'absence à poste de cette sécurité et de l'action qui a provoqué le départ du siège.

L'enquête a permis d'identifier les facteurs suivants qui ont pu contribuer aux différents scénarios possibles de cet événement :

- Des conditions d'éclairage dégradées, ayant pu contribuer à un positionnement erroné de la sécurité du percuteur principal, et à l'inefficacité des contrôles visuels de la présence à poste de cette sécurité ;
- l'absence de contrôle par le formateur de la sécurisation effective du siège, laquelle a été réalisée par un personnel en formation ;
- l'absence de contrôle de la présence des sécurités avant l'installation à bord ;
- la méconnaissance des conditions suffisantes de départ du siège.

## **4 RECOMMANDATIONS DE SECURITE**

### Préambule :

Les recommandations s'articulent autour des défenses à la disposition des organismes pour :

- Limiter le nombre d'erreurs faites par les opérateurs :
  - ⇒ Amélioration des conditions de travail lors des opérations à risque (éclairage des parkings) et/ou limitation du nombre d'opérations à risque (interventions de nuit) ;
  - ⇒ Amélioration de l'organisation du travail lors des visites journalières ;
  - ⇒ Instruction sur les dangers liés au matériel ;
- Limiter les conséquences de ces erreurs :
  - ⇒ Rappels sur la procédure de contrôle des sécurités avant intervention au poste pilote ;
  - ⇒ Encadrement des jeunes opérateurs.

## **4.1 Mesures de prévention ayant trait directement à l'événement**

### ***4.1.1 Formation des personnels techniques***

#### ***4.1.1.1 Instruction siège***

Le BEAD-air appuie les mesures prises par la marine nationale, instaurant une instruction annuelle sur le siège pour l'ensemble des personnels techniques accédant au poste pilote.

Le patron d'appareil en formation n'a pas suivi le cours d'opérateur en ligne avant d'intervenir sur avion. Même encadrés par un tuteur, il est souhaitable que les personnels affectés à la piste suivent ce cours théorique et pratique, dans lequel sont présentés les dangers liés aux opérations sur avion, avant d'intervenir effectivement.

Quel que soit le type de population à qui s'adressent les cours de sécurisation du siège, il n'est pas fait explicitement mention du danger lié à la possibilité d'un déclenchement par une autre voie que les commandes d'éjection haute et basse.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

#### **à la Marine Nationale :**

- ❖ d'adapter le calendrier des cours d'opérateur en ligne aux affectations en piste, afin de s'assurer que les personnels concernés aient suivi cette formation avant d'intervenir en piste ;**
- ❖ de compléter l'enseignement relatif au siège éjectable type CM6, et les supports de cours associés, concernant les précautions liées au risque de déclenchement par action directe sur le mécanisme de mise à feu principal.**

#### 4.1.1.2 Processus de formation « sur le tas » - parrainage

Les précédents accidents similaires, listés au *chapitre 1.16.1 Précédentes éjections au sol recensées*, ont presque tous un point commun : la jeunesse des intervenants. Le fait que beaucoup de jeunes personnels commencent leur carrière « à la piste » y contribue mais cela doit rappeler les enjeux de l'encadrement de ces personnels.

D'une part, l'enquête a montré une dérive dans le processus de formation « sur le tas » et de parrainage, concernant :

- Le processus de validation des compétences (décision unilatérale d'un parrain de ne plus contrôler les travaux réalisés par son filleul) ;
- La conduite des visites dans le cadre d'un parrainage : le filleul ne doit pas constituer uniquement une aide pour le parrain dans l'exécution des travaux mais doit être effectivement encadré : l'acquisition d'une certaine autonomie par le filleul, qui est un des objectifs du parrainage, doit être gérée par le parrain.

L'enquête a également montré des dérives (personnel autorisé à effectuer seul une visite sans mention explicite dans son livret de formation) concernant la traçabilité des qualifications obtenues, que ce soit ou non dans le cadre d'un parrainage.

D'autre part, un certain temps est nécessaire pour que les différentes configurations d'environnement de travail soient rencontrées au cours de la formation des filleuls (jour/nuit, travail à terre/embarquement, contraintes opérationnelles de différents niveaux,...).

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à la Marine Nationale :**

**❖ de s'assurer :**

- ▶▶ que les compétences acquises par les filleuls fassent effectivement l'objet d'un contrôle par un tiers en fin de formation, avant leur validation ;**
- ▶▶ que soient effectivement formalisées les acquisitions de compétences des opérateurs sur une opération donnée, avant que ceux-ci ne soient autorisés à intervenir seuls ;**

**❖ de définir une durée de parrainage minimale, afin d'assurer une formation prenant en compte différentes configurations d'environnement de travail ;**

**❖ de renforcer les pré requis d'expérience pour la nomination des parrains ;**

**❖ d'organiser un retour d'expérience dans le cadre des parrainages, afin que les erreurs détectées par les parrains puissent être connues et analysées.**

*4.1.1.3 Retour d'expérience en cours MRM*

Depuis juin 2006, une structure de formation MRM a été mise en place sur la BAN de Landivisiau. Elle a pour vocation de diminuer les incidents et accidents de maintenance par une approche orientée vers le facteur humain.

Le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à la Marine Nationale et à l'Armée de l'Air :**

**❖ d'assurer un large retour d'expérience sur cet accident, via les formations MRM ;**

**❖ d'aborder l'aspect du parrainage lors de ces cours (enjeux et rôle du parrain).**

#### **4.1.2 Organisation des visites journalières**

Les visites journalières des différentes spécialités font l'objet de listes d'opérations très détaillées<sup>39</sup>.

Il ressort de l'enquête que :

- Les opérateurs ne détiennent pas les listes d'opérations et ne s'aident donc pas de ces supports lorsqu'ils effectuent les VJ, ni en tant que *do-lists*, ni en tant que *check-lists*<sup>40</sup> ;
- Les résultats de leurs actions, notamment sur les aspects critiques mettant immédiatement en jeu la sécurité des vols et celle des opérateurs, ne sont pas contrôlés par un tiers ;
- L'ordre de réalisation des opérations de la VJ n'est pas toujours respecté ;
- Des relèves de personnel ont parfois lieu en cours d'opérations de réception de l'avion au parking.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à la Marine Nationale :**

- ❖ **d'entreprendre une revue de l'organisation du travail lors de l'exécution des visites journalières, afin de corriger les sources latentes de dysfonctionnement identifiées.**

---

<sup>39</sup> La liste d'opérations de la VJ « armement-siège » comprend une soixantaine d'items, dont un grand nombre prévoit plusieurs points de contrôle.

<sup>40</sup> Ce fait est notamment constaté pour des opérateurs possédant une faible expérience des travaux à réaliser.

#### ***4.1.3 Conditions d'exécution des visites avions de nuit***

L'enquête a retenu que les conditions d'éclairage dégradées ont pu contribuer à l'accident.

Les conditions de travail des opérateurs, concernant l'éclairage, constatées lors des retours de vol de nuit à Landivisiau, semblent résulter d'une culture liée à l'emploi des aéronefs sur porte-avions.

Il faut noter également dans ce cadre que des moyens d'éclairage ont dû être acheminés sur place après l'accident pour faciliter les opérations de secours.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

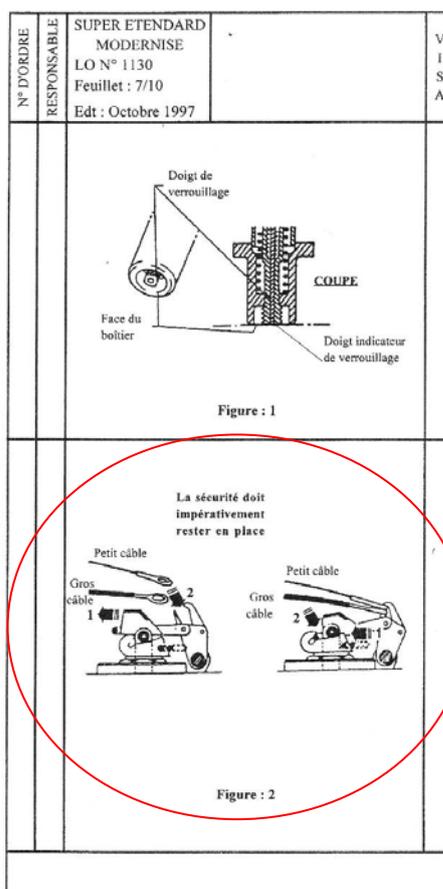
**à la Marine Nationale :**

- ❖ de limiter le nombre de visites journalières réalisées de nuit sur les parkings des bases terrestres, sans éclairage autre que l'éclairage portatif ;**
- ❖ de mettre à disposition des moyens d'éclairage suffisants pour limiter les risques liés aux opérations de mise en oeuvre des aéronefs.**

#### 4.1.4 Documentation de maintenance siège CM6

La visite journalière « armement » prévoit le contrôle de la mise en place correcte des deux câbles de mise à feu dans la pince de retenue.

Or, la figure 2 du schéma de la liste d'opérations et le texte associé peuvent laisser penser que la modification de la position de ces 2 câbles peut être effectuée sur le moment si elle est détectée par l'opérateur, ce qui n'est pas le cas.



En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air recommande :

**à la Marine Nationale :**

- ❖ de supprimer ou de modifier le schéma de l'UCC AN205-10-5 volume 2 (visites) (LO n°1130) feuillet n°7/10, afin de lever toute ambiguïté sur la marche à suivre si une anomalie de montage des câbles de mise à feu est détectée en piste.

## **4.2 Mesures de prévention n'ayant pas trait directement à l'événement**

### ***4.2.1 Enregistrements des vidéos parking***

Les parkings aéronefs de la BAN Landivisiau sont équipés de moyens vidéo dédiés à la sûreté. Dans le cadre de la prévention des accidents et incidents pouvant survenir sur les parkings, un enregistrement systématique pourrait être envisagé.

En conséquence, le Bureau enquêtes accidents défense air propose :

#### **à la Marine Nationale :**

- ❖ d'optimiser la surveillance vidéo des parkings à des fins de sécurité des vols ;**
- ❖ d'assurer un enregistrement des prises de vues.**

## ANNEXES

Annexe 1 : Résultats de l'expertise du siège éjectable CM6 n°13779 \_\_\_\_\_ p 45

Annexe 2 : Description générale du système de percussion principale \_\_\_\_\_ p 62

## **1 RESULTATS DE L'EXPERTISE DU SIEGE EJECTABLE CM6 N°13779**

### **1.1 Constatations effectuées sur le siège et ses composants tels que retrouvés au sol sur le parking de la 11F**

#### ***1.1.1 Système de percussion principale***

La gâchette du percuteur principal est trouvée sur le parking. Le percuteur de mise à feu du siège s'est déclenché.

Les câbles des poignées haute et basse ne sont pas engagés dans le cliquet.

Le palier gauche de l'arbre transversal est fléchi vers l'extérieur, ce qui a provoqué le désengagement de cet axe.

Les autres constatations sur ce percuteur ont été réalisées à l'atelier APES (*cf § 1.2 Constatations effectuées sur le canon et le percuteur principal, à l'atelier APES de la BAN Landivisiau*).

#### ***1.1.2 Commandes d'éjection***

La poignée basse est à poste dans son logement, sa sécurité est en place.

La poignée haute est entièrement délovée. Le logement de la sécurité est endommagé.



*Photo 7 : Poignée haute délovée*



*Photo 8 : Déformation du logement de la goupille de la poignée haute*

### ***1.1.3 Chaîne de sécurité***

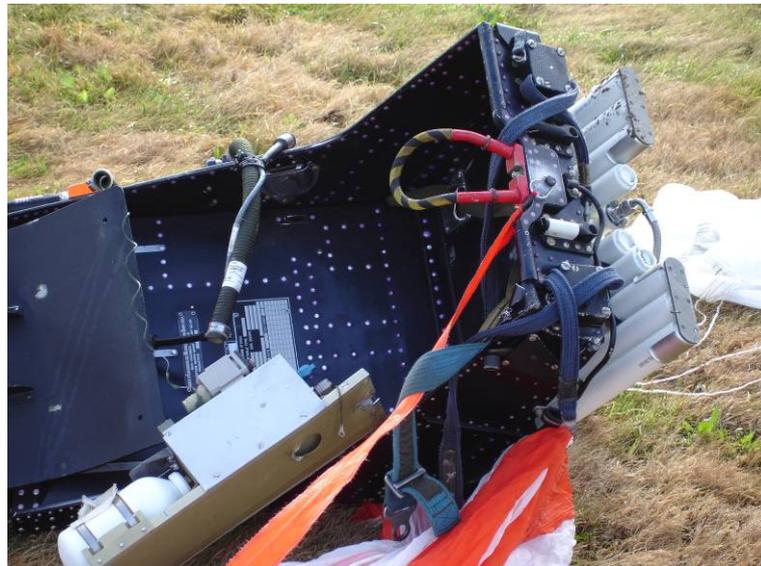
La chaîne de sécurité est retrouvée emmêlée dans la voile du parachute pilote. Toutes les sécurités y sont toujours reliées.

La sécurité poignée basse est à poste dans son logement et intègre. Les 5 autres sécurités ne sont pas à poste sur le siège.

La goupille de la poignée haute et l'épingle de la centrale à percussion du système de fragilisation verrière sont sectionnées en 2 parties. Les deux morceaux sectionnés ont été trouvés sur le parking bétonné, entre l'appareil et le siège.

L'état des six sécurités est récapitulé dans le tableau suivant :

	n°	Type de sécurité	Sécurité dans son logement	État
Goupille	1	Poignée haute	non	tordue, sectionnée
	4	Pistolet extracteur	non	intègre
	6	Poignée basse	oui	intègre
Épingle	2	Mécanisme de percussion principale	non	intègre
	3	Centrale à percussion de fragilisation verrière	non	sectionnée
	5	Initiateur de guillotine	non	intègre



*Photo 9 : Poignée basse à poste, sécurité en place*



Photo 10 : Goupille de poignée haute sectionnée



Photo 11 : Epingle de la centrale à percussion du système de fragilisation verrière, sectionnée



Photo 12 : chaîne de sécurité emmêlée dans le parachute

### ***1.1.4 Centrale de fragilisation verrière***

Les orifices de passage de l'épingle sont endommagés.



*Photo 13: orifice de passage de l'épingle, endommagé, sur la centrale côté avion*



*Photo 14: orifice de passage de l'épingle, endommagé, sur la centrale côté siège*

### ***1.1.5 Boîtier de tête***

Le boîtier de tête est déformé et montre des traces d'impact. Le logement de la poignée rideau est écrasé et ne permet plus le passage du tube de la poignée haute.



*Photo 15: Trace d'impact sur le boîtier de tête*



*Photo 16 : Enfoncement boîtier de tête*



*Photo 17: Logement poignée rideau écrasé*

### ***1.1.6 Mécanisme de déverrouillage retardé***

Ce mécanisme s'est déclenché (sortie de la tige coulissante de manœuvre) et la séquence de séparation siège-pilote a débuté.

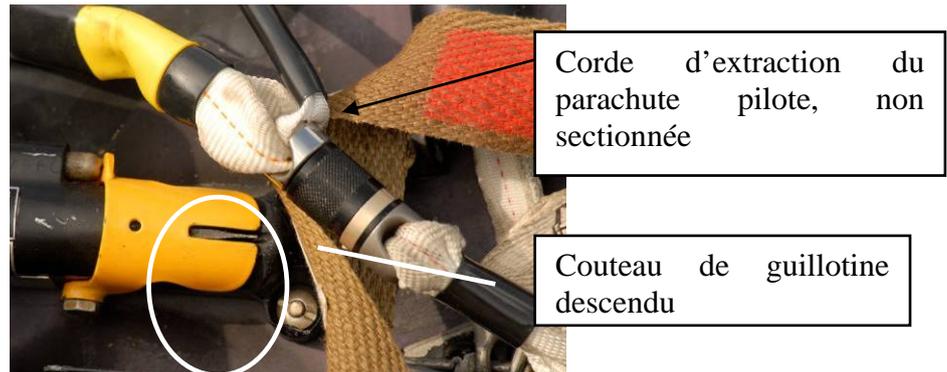


*Photo 18 : vue du mécanisme de déverrouillage retardé, plongeur déclenché*

### ***1.1.7 Système à guillotine***

Le système à guillotine s'est déclenché (percussion de la cartouche de l'initiateur provoquant la projection du couteau à piston). La gâchette de l'initiateur guillotine a été trouvée sur le parking.

La corde d'extraction du parachute pilote n'a cependant pas été sectionnée par ce couteau.



*Photo 18 : vue de la guillotine, déclenchée*

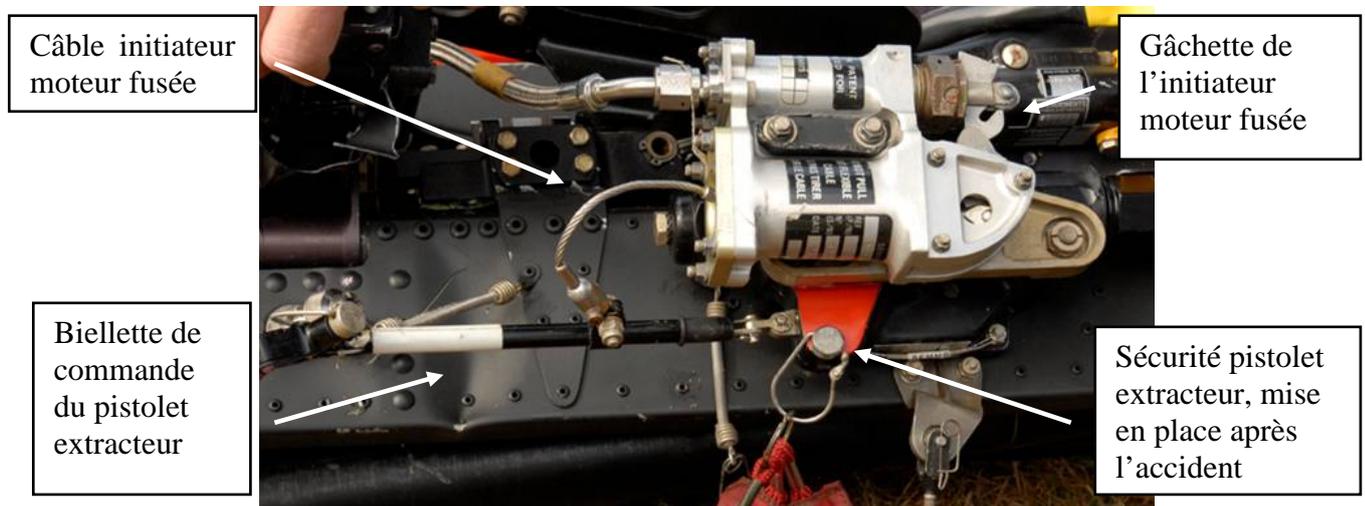


*Photo 19 : gâchette du percuteur guillotine, telle que trouvée sur le parking*

### 1.1.8 Moteur fusée et initiateur

La biellette de commande du pistolet extracteur, qui lors d'une séquence normale reste fixée côté avion, est trouvée côté siège. Elle est liée d'un côté à un morceau rompu de la poutre transversale du canon, et est libre côté pistolet extracteur<sup>41</sup>.

Le câble de commande à distance du moteur fusée, lié à cette biellette, n'est pas délové. La gâchette du percuteur de l'initiateur moteur fusée est en place. L'initiateur moteur fusée et le moteur fusée ne se sont pas déclenchés<sup>42</sup>.



*Photo 20 : vue de l'initiateur moteur fusée, non déclenché*

<sup>41</sup> La goupille de sécurité du pistolet extracteur visible sur la photo 13 a été mise en place après l'accident, afin de sécuriser ce système.

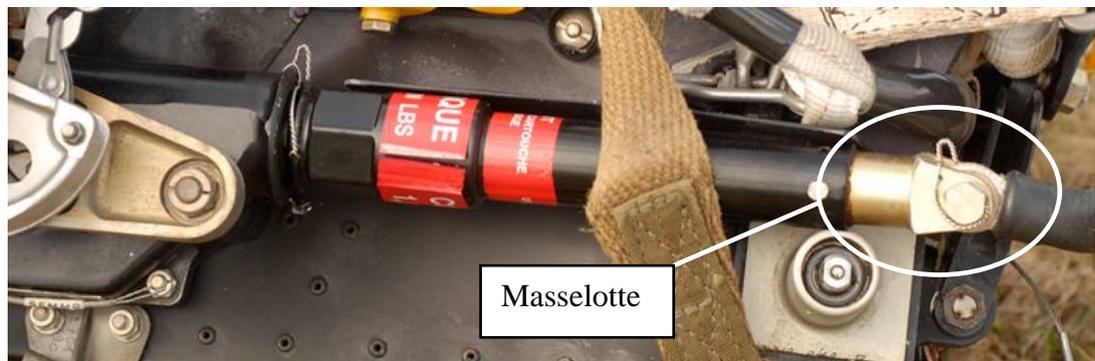
<sup>42</sup> La tuyauterie de liaison entre l'initiateur et le moteur fusée a été déconnectée après l'accident afin de neutraliser le mécanisme de mise à feu.



*Photo 21 : vue de la partie rompue de la poutre transversale*

### ***1.1.9 Pistolet extracteur***

Le pistolet extracteur ne s'est pas déclenché (cartouche non mise à feu, masselotte en place).



*Photo 22 : vue du pistolet extracteur, non déclenché*

## 1.2 Constatations effectuées sur le canon et le percuteur principal, à l'atelier APES de la BAN Landivisiau

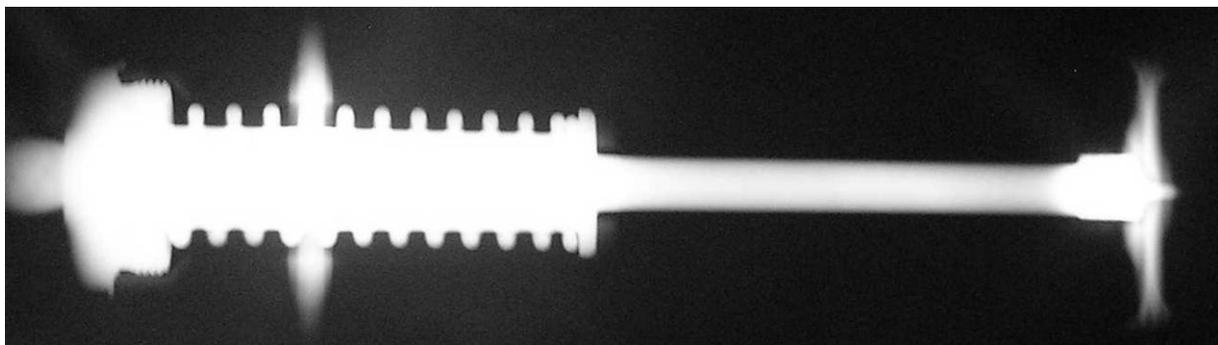
### 1.2.1 Percuteur principal n° 17

Après dépose, il est constaté que le percuteur est en position « percuté ». La longueur sortie du pointeau est conforme au calibre



*Photo 23 : percuteur déposé du canon, trouvé en position percuté*

Une radiographie du percuteur équipé a d'abord été réalisée. Elle ne révèle aucun signe de détérioration.



*Photo 24 : Radiographie du percuteur principal*

Le résultat de la mesure de l'effort percuteur (7 daN) est similaire à celui constaté en sortie de la dernière visite (7,1 daN), et dans le haut de la plage de réglage ( $5,4 \leq \text{mesure} \leq 7,2$  daN).

Le démontage du percuteur a confirmé que ses composants sont intègres.

### ***1.2.2 Contrôle de la gâchette de la percussion principale***

Un contrôle dimensionnel de cette gâchette a été réalisé. Ses dimensions sont conformes.



*Photo 25 : gâchette du percuteur principal, telle que trouvée sur le parking*

### ***1.2.3 Canon d'éjection***

L'amorce mettant à feu la cartouche primaire présente une trace d'impact, ce qui montre que la cartouche s'est mise à feu de façon nominale, par impact du percuteur sur cette amorce.



Trace d'impact sur l'amorce

*Photo 26 : cartouche primaire du canon d'éjection*

Le démontage du canon a permis de confirmer la mise à feu nominale des deux cartouches auxiliaires.

### 1.3 Résultats de l'expertise de la chaîne de sécurité effectuée par le CEAT

Le CEAT a expertisé l'épingle du percuteur principal ainsi que les deux sécurités rompues (goupille de la poignée haute et épingle de la centrale de fragilisation verrière).

Les constatations sont les suivantes :

➤ épingle du percuteur principal :

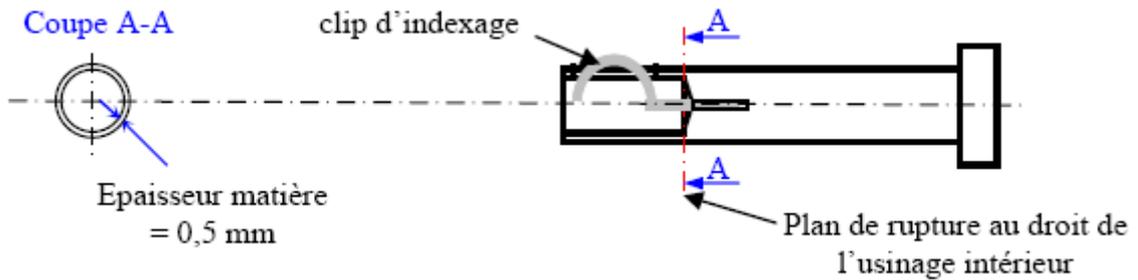
- ⇒ elle est intègre, ses dimensions sont nominales ;
- ⇒ elle ne présente pas de trace de choc, ni de déformation ;



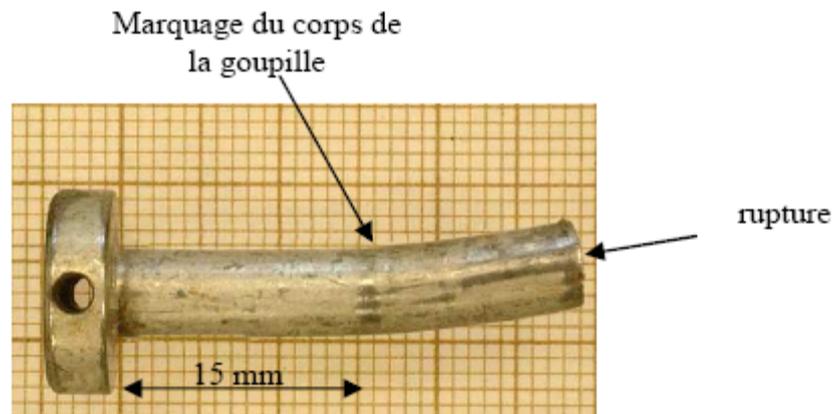
*Photo 27 : vue de l'épingle de sécurité du percuteur principal*

➤ goupille de la poignée haute :

- ⇒ la rupture s'est produite à une longueur de 32 mm sous tête, au droit de l'usinage intérieur ; elle est de type statique ;
- ⇒ le tube a subi une déformation en flexion à partir d'une longueur de 15 mm sous tête ;
- ⇒ l'analyse de ces endommagements montre qu'ils se sont produits goupille à poste, lors des chocs subis sur le sol par le boîtier de tête ;
- ⇒ l'embout usiné intérieurement est très déformé.



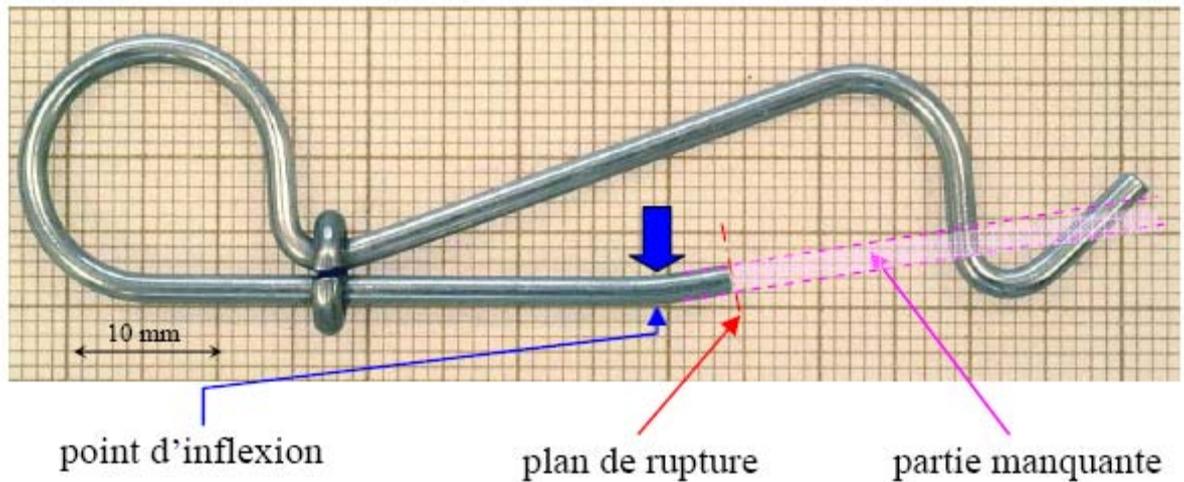
*Figure 4 : positionnement du plan de rupture de la goupille de sécurité poignée haute*



*Photo 28 : vue de la goupille de sécurité poignée haute sectionnée*

➤ épingle de la centrale de fragilisation verrière :

- ⇒ le faciès de rupture présente un matage important ; dans les zones épargnées, l'essentiel de l'état de surface est cupulaire (de type rupture ductile) avec une orientation très prononcée (révélant du cisaillement) ;
- ⇒ le point d'inflexion de la partie linéaire semble être celui de l'effort qui a produit la rupture en cisaillement suivant un plan distant de 4 mm de celui-ci.



*Photo 29 : vue de l'épingle de sécurité de la centrale de fragilisation verrière*

## 1.4 Conclusions de l'expertise du siège n°13779

### 1.4.1 Causes du départ du siège

La cartouche primaire s'est mise à feu de façon nominale, c'est-à-dire par le déclenchement du percuteur principal. Celui-ci est intègre, il s'est donc déclenché par le retrait de la gâchette.

La gâchette est intègre, son retrait n'a donc pu être rendu possible que par l'absence de la sécurité du percuteur principal.

Lors d'une éjection commandée par le pilote, la sécurité du percuteur principal n'est pas en place et le retrait de la gâchette du percuteur principal est provoqué par une traction sur la poignée haute ou sur la poignée basse. Ces poignées sont reliées à des câbles qui provoquent alors le basculement vers l'avant de l'appareil du mécanisme de mise à feu.

La poignée basse a été trouvée à poste, sécurité en place. Le départ du siège n'est pas dû à une action sur cette poignée basse.

La poignée haute et sa sécurité étaient à poste au moment du départ du siège. Celui-ci n'est pas dû à une action sur cette poignée.

Le départ du siège est donc dû à une action humaine provoquant le basculement vers l'avant de l'appareil du mécanisme de mise à feu, la sécurité du percuteur principal n'étant alors pas à poste.

#### ***1.4.2 Analyse de la position des sécurités au moment du départ du siège***

Les sécurités des poignées étaient à poste au moment du départ du siège.

L'endommagement de l'orifice de l'épingle de la centrale de fragilisation verrière montre que l'épingle était en place au moment du départ du siège<sup>43</sup>.

Les constatations réalisées sur la biellette de commande du pistolet extracteur et la rupture de la poutre transversale du canon montrent que cette sécurité était en place dans son logement<sup>44</sup>.

L'analyse des causes du départ du siège montre qu'aucune sécurité n'était à poste sur la gâchette du percuteur principal.

Aucune sécurité n'était présente dans le logement de l'initiateur guillotine au moment du déclenchement de l'initiateur. Cependant, au moment du départ du siège, plusieurs hypothèses existent concernant la présence d'une sécurité dans cet orifice :

- aucune sécurité n'y était installée,
- ou soit l'épingle de l'initiateur guillotine, soit celle du percuteur principal était à cette place ; la sécurité en place aurait été extraite après le départ du siège, par la traction créée par l'emmêlement de la chaîne de sécurité dans le parachute pilote.

#### ***1.4.3 Analyse de la séquence d'éjection***

Les constatations effectuées lors de l'expertise des différents systèmes du siège permettent de reconstituer les phases principales de la séquence d'éjection :

- mise à feu du canon et départ du siège, dans les conditions précisées ci-dessus ;
- l'épingle de sécurité de la centrale de fragilisation verrière, qui est à l'interface entre la centrale à percussion fixée à l'avion et une biellette liée au siège, se rompt sous l'action des efforts liés au départ du siège ; ceci permet le déclenchement nominal du dispositif de fragilisation de la verrière ;
- la poutre transversale du canon se rompt sous l'effet des efforts, liés au déplacement du siège, et transmis par la biellette de commande du pistolet extracteur, ceci étant

---

<sup>43</sup> Seule cette sécurité peut être insérée dans cet orifice.

<sup>44</sup> Les épingles du percuteur principal et de l'initiateur guillotine ne peuvent être insérées dans cet orifice.

rendu possible par la présence à poste de la sécurité du pistolet extracteur ; cette bielle reste donc liée au siège, ce qui interdit les déclenchements de l'initiateur moteur fusée et du pistolet extracteur ;

- le déplacement du siège induit le déclenchement du mécanisme de déverrouillage retardé, ce qui libère notamment le parachute pilote ;
- un impact de la tête de siège sur le sol provoque la rupture par cisaillement de la goupille de sécurité poignée haute, qui est à poste ;
- La chaîne de sécurité s'emmêle dans le parachute pilote, ce qui provoque l'extraction de son logement de la sécurité du pistolet extracteur ;
- Un impact du siège sur le sol fait basculer la commande manuelle de séparation, ce qui provoque le déclenchement du système à guillotine.

Cette séquence n'est pas nominale du fait de la présence à poste d'au moins quatre des six sécurités.

### **Conclusions de l'expertise du siège n°13779**

**Aucune anomalie de montage et aucun dysfonctionnement du système de percussion principale n'ont été constatés.**

**La mise à feu du canon d'éjection s'est produite de façon nominale, c'est-à-dire par le déclenchement du percuteur principal (retrait de la gâchette).**

**Ce retrait de la gâchette :**

- ❖ n'a pas été provoqué par une action sur les poignées d'éjection ;**
- ❖ n'a pu être provoqué que par une action sur la commande de mise à feu, au niveau de la tête du siège ;**
- ❖ a été rendu possible par l'absence à poste de la sécurité du percuteur principal au moment du départ du siège ;**

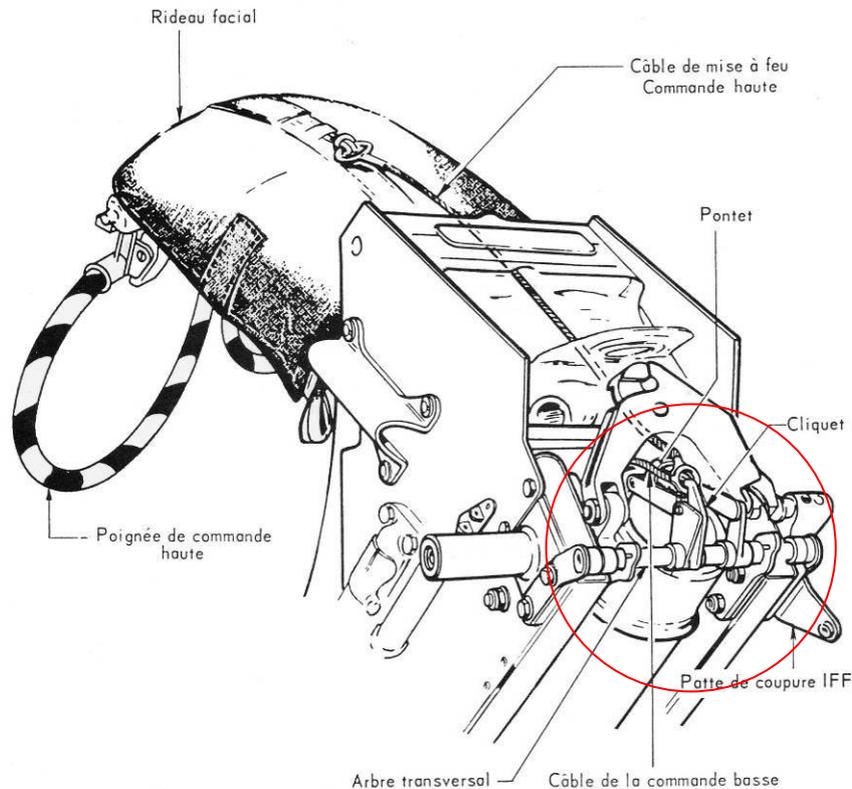
**La configuration des sécurités au moment du départ du siège était la suivante :**

- ❖ sécurités poignées haute et basse, centrale de fragilisation verrière, pistolet extracteur : à poste ;**
- ❖ aucune sécurité en place sur le percuteur principal ;**
- ❖ logement de la sécurité de l'initiateur de guillotine :**
  - ▶▶ aucune sécurité ;**
  - ▶▶ ou sécurité de l'initiateur guillotine à poste ;**

**ou sécurité du percuteur principal insérée dans ce logement.**

## **2 DESCRIPTION GENERALE DU SYSTEME DE PERCUSSION PRINCIPALE**

### **2.1 Mécanisme de mise à feu**



*Figure 5 : vue de la partie haute du siège CM6, montrant le mécanisme de mise à feu*

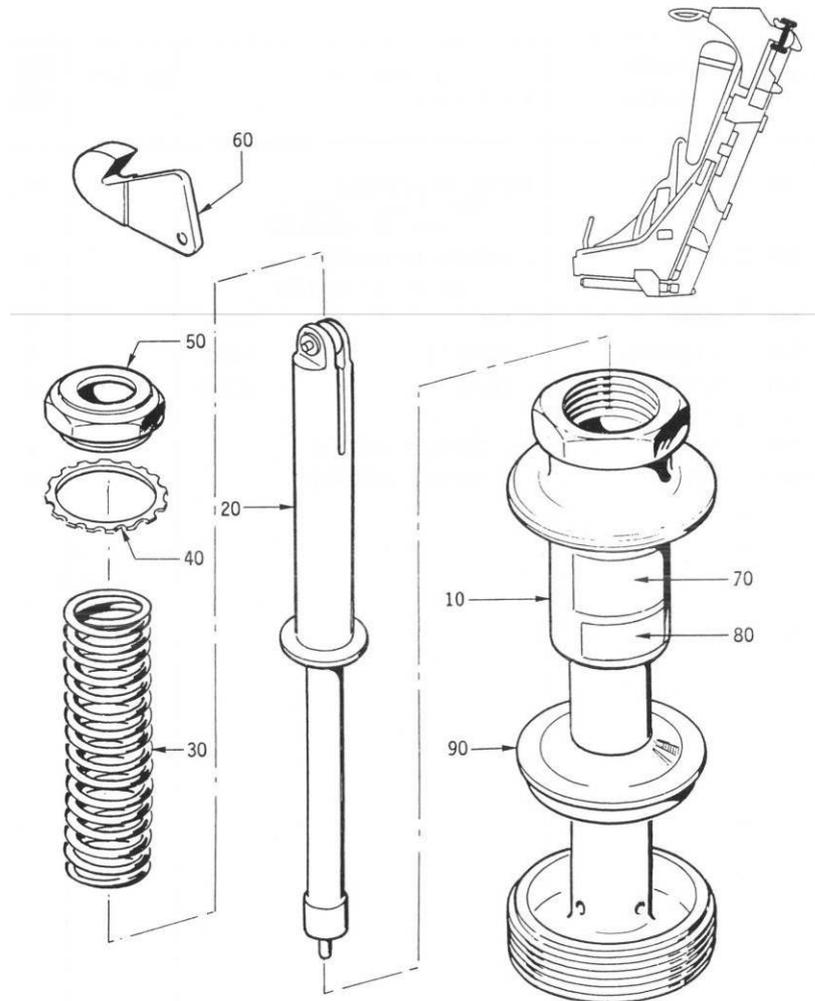
La fonction de ce mécanisme est d'assurer l'extraction de la gâchette du percuteur principal lorsqu'une des poignées d'éjection est tirée par le pilote.

Pour cela, chaque poignée est reliée à un câble dont l'extrémité est insérée dans le cliquet. Lors de la traction d'une poignée, le cliquet bascule vers l'avant de l'appareil et provoque la rotation du bras transversal. L'extrémité fermée de l'étrier se déplace vers l'avant en poussant la gâchette.

### **2.2 Percuteur principal**

La gâchette comporte une rampe qui provoque la montée du percuteur et la compression du ressort lors du mouvement d'extraction de la gâchette. Lorsque celle-ci sort de son

logement, le percuteur est projeté vers le bas et son extrémité basse percute l'amorce de la cartouche principale, ce qui provoque la mise à feu du canon et donc l'éjection immédiate du siège.

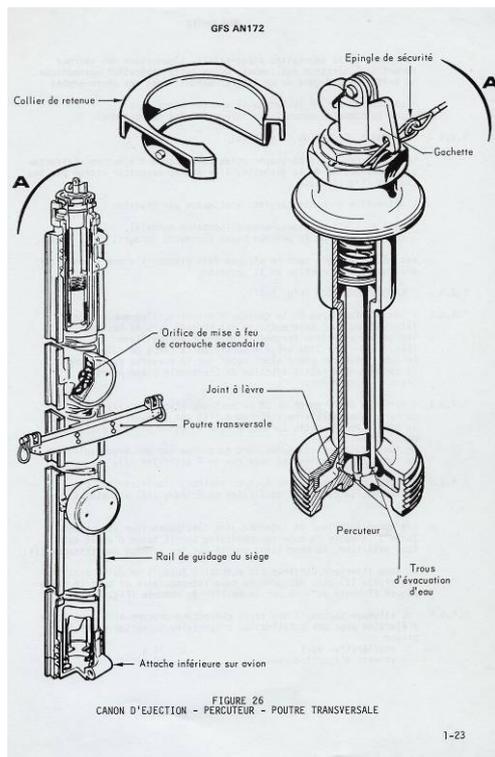


*Figure 6 : Vue éclatée du percuteur principal*

*Repère 60 : gâchette*

*Repère 20 : percuteur*

*Repère 30 : ressort*



*Figure 7 : Schémas du canon et du percuteur principal*

**La présence de l'épingle de sécurité sur la gâchette du percuteur principal interdit mécaniquement l'extraction de celle-ci, et donc l'éjection du siège.**

**En l'absence de cette sécurité et en dehors de toute action sur les poignées, toute intervention sur le mécanisme menant à l'extraction de la gâchette provoque la mise à feu du canon, même si toutes les autres sécurités sont à poste.**